

## 明 細 書

## ブラシレスレゾルバとその構成方法

## 技術分野

本発明はブラシレスレゾルバに関し、特に、トランス部を設けないこととする新規な構成により、コスト低減を可能とするとともに任意の軸倍角を得ることのできるブラシレスレゾルバに関する。

## 背景技術

回転位置検出器の一つであるレゾルバは、励磁側巻線を交流電圧により励磁すると、回転角度によって出力側巻線において誘起される交流の出力電圧の位相もしくは振幅が変化することを利用して、回転機器の回転角度を検出するものである。作動原理はトランスと共通するが、トランスにおける鉄心がロータとステータに分かれている点異なる。レゾルバは、高温、高振動等の環境下でも使用でき、故障しにくく、さらにノイズにも強いいため、高度な信頼性を要求される機器の検出器として広く用いられている。

レゾルバのうち、ブラシレスレゾルバでは、ロータに信号を伝達する手段として、従前のブラシおよびスリップリングの代わりに、回転トランスを用いるのが一般的である。

図 7 は、従来のブラシレスレゾルバの構造を示す半断面図である。図において従来のブラシレスレゾルバは、ステータレゾルバ鉄心 131 ならびにステータレゾルバ巻線 132 からなるステータと、および、ロータレゾルバ鉄心 141 ならびにロータレゾルバ巻線 142 からなるロータとにより構成される検出部（以下、「レゾルバ部」ともいう。）と、

ステータトランス 151 ならびにステータトランス巻線 152 からなるステータトランスと、および、ロータトランス 161 ならびにロータトランス巻線 162 からなるロータトランスとにより構成される回転トランス（以下、「トランス部」ともいう。）と、から主として構成される。

つまりブラシレスレゾルバは、回転角に応じた電圧が得られるレゾルバ部と、ロータへの信号伝達を目的とするトランス部とを主たる構成としており、これを製造面からみると、従来のブラシレスレゾルバのトランス部には円筒形状をした切削トランスが使用され、一方レゾルバ部には積層加工された積層鉄心が使用されており、ブラシレスレゾルバの製造の際、各部において使用される部品は異なり、それに対応して製造コストおよび工程数のかかるものだった。

また機能面からみると、ブラシレスレゾルバは、ステータトランス、ロータトランス、ロータ鉄心、ステータ鉄心によって磁気回路を構成し、ステータトランスおよびロータトランスからなるトランス部は、ステータ側からロータ側へレゾルバ励磁信号を非接触で伝達する機能のみを担い、一方ロータ鉄心およびレゾルバ鉄心からなるレゾルバ部は、回転角に応じたレゾルバ励磁信号の変調というレゾルバ本来の機能を担っていた。したがって、従来のブラシレスレゾルバにおいては、トランス部はレゾルバ本来の機能に寄与するものではなかった。

上述のように、従来のブラシレスレゾルバでは、トランス部およびレゾルバ部において使用される部品が異なるため、製造コストの低減が困難であるという問題があった。また、トランス部はレゾルバのブラシレス化には寄与しているものの、レゾルバ本来の機能であるレゾルバ励磁信号の変調には寄与せず、むしろ、トランス部において発生する磁束がレゾルバ部と干渉しやすい方向に流れるため、レゾルバの回転角検出性

能面からみた場合、性能阻害原因の一つとなることがあった。

他方、レゾルバ応用分野拡大の観点からは、ブラシレスレゾルバにおける回転角検出精度のさらなる性能改善、軸倍角選択自由度の増大、レゾルバ構成自由度の増大が求められていた。

V R レゾルバの場合はロータは鉄心のみで構成され、部品点数、部品個数削減の効果はあるが、軸倍角選択の自由度拡大の中で、レゾルバ 1 回転により 1 回転分の角度信号が得られる特徴を有する軸倍角 1 のレゾルバを V R レゾルバで実現することは、そのロータ形状が回転中心に対して扁芯した形状をとることになるため不可能であった。

以上を踏まえて、本発明が解決しようとする課題は、上記従来技術の問題点を除き、コスト低減を可能とするとともに、軸倍角 1 を含む任意の軸倍角を得ることのできるブラシレスレゾルバを提供することである。すなわち製造面からは、部品点数および部品個数を削減することによってコスト低減を図り、軸倍角 1 を含む任意の軸倍角が得られることにより、軸倍角選択の自由度を増大し、検出精度の面で用途に応じた任意のレゾルバ構成の自由度を増大し、さらに性能面からは、励磁側の磁気回路と出力側の磁気回路の干渉を低減することができる、新規なブラシレスレゾルバを提供することである。

#### 発明の開示

本願発明者は上記課題について鋭意検討した結果、従来レゾルバ励磁信号の非接触伝達のため設けていたトランス部を設けないこととする新規な構成を取り、ステータおよびロータにおける巻線構成等を検討することによって上記課題の解決が可能であることを見出し、本発明に至った。すなわち、上記課題を解決するための手段として本願で特許請求される発明は、以下のとおりである。

(1) ステータ側からロータ側へレゾルバ励磁信号を非接触で伝達するための励磁信号伝達手段と、検出すべき回転角に応じて該レゾルバ励磁信号を変調するためのレゾルバ部と、を備えたブラシレスレゾルバにおいて、該レゾルバ部が該励磁信号伝達手段を兼ねるものであることを特徴とする、ブラシレスレゾルバ。

(2) 前記レゾルバ部が、スロットを有し巻線（「ロータ巻線」ともいう。）の施されたロータ鉄心からなるロータ、およびスロットを有し巻線（「ステータ巻線」ともいう。）の施されたステータ鉄心からなるステータ、の一组から構成されていることを特徴とする、(1)のブラシレスレゾルバ。

(3) 前記ステータ巻線は、交流電圧により励磁されて前記ロータにレゾルバ励磁信号を伝達するための巻線であるステータ励磁巻線部と、該ロータに顕現する検出すべき回転に応じた信号が出力される巻線であるステータ出力巻線部とからなり、該ステータ励磁巻線部および該ステータ出力巻線部は同一の一のステータ鉄心上に設けられ、前記ロータ巻線は、該ステータ励磁巻線部からのレゾルバ励磁信号伝達を受けるための巻線であるロータ励磁巻線と、該ステータ出力巻線部に出力信号を発生させるための巻線であるロータ出力巻線とからなるロータ巻線部を構成しており、該ロータ励磁巻線および該ロータ出力巻線は同一の一のロータ鉄心上に設けられていることを特徴とする、(2)のブラシレスレゾルバ。

(4) ロータ軸またはケースの少なくともいずれか一方の具備が省かれていることを特徴とする、(2)または(3)のブラシレスレゾルバ。

(5) 前記ステータは、交流電圧により励磁されて前記ロータにレゾルバ励磁信号を伝達するための巻線であるステータ励磁巻線部と、該ロータに顕現する検出すべき回転角度に応じた信号が出力される巻線である

ステータ出力巻線部とを有し、該ステータ励磁巻線部または該ステータ出力巻線部の少なくともいずれか一方が、正弦波状に分布された巻線とそれに対し $90^\circ$ 位相のずれた（以下、「相互に $90^\circ$ 位相のずれた」、または「相互に位相のずれた」のようにいう。）2相の巻線を備えたものであり、前記ロータは、該ステータ励磁巻線部からのレゾルバ励磁信号伝達を受けるための巻線であるロータ励磁巻線と、該ステータ出力巻線部に出力信号を発生させるための巻線であるロータ出力巻線とからなるロータ巻線部を有し、該ロータ励磁巻線と該ロータ出力巻線は相互に $90^\circ$ 位相のずれた巻線であることを特徴とする、（3）または（4）のブラシレスレゾルバ。

（6）前記ステータ励磁巻線部および前記ステータ出力巻線部はいずれも相互に $90^\circ$ 位相のずれた2相の巻線を備えており、励磁電圧を印加する相、および出力信号を取り出す相を選択することにより、2相励磁2相出力、1相励磁2相出力、または2相励磁1相出力の、3形式の信号処理方式を選択することができることを特徴とする、（5）のブラシレスレゾルバ。

（7）前記ステータ鉄心または前記ロータ鉄心の少なくともいずれか一方における鉄心のスロット数、前記ステータ励磁巻線部および前記ロータ励磁巻線からなる励磁機能ブロックにおける極対数、および、前記ステータ出力巻線部および前記ロータ出力巻線からなる出力機能ブロックにおける極対数、の組合せにおいて、これらのうち少なくともいずれかが一つが任意に設定されていることにより、レゾルバ1回転に対してN倍の回転数の角度信号を得ることができることを特徴とする、（3）ないし（6）のいずれかのブラシレスレゾルバ（ただし、Nは1以上の整数であり、任意の数である。）。

（8）前記励磁機能ブロックにおける極対数 $m$ と、前記出力機能ブロッ

クにおける極対数  $n$  との関係が、 $m - n = 1$ 、であり、前記ロータ内のロータ励磁巻線とロータ出力巻線の配線において相回転が逆相とされていることにより、レゾルバ 1 回転により 1 回転分の角度信号が得られ、軸倍角 1 のレゾルバが構成されることを特徴とする、(5) ないし (7) のいずれかのブラシレスレゾルバ（ただし、 $m$ 、 $n$  はともに、正の整数であり、任意の数である。）。

(9) 前記励磁機能ブロックにおける極対数  $m$  と、前記出力機能ブロックにおける極対数  $n$  との関係が、 $n - m = 1$ 、であり、前記ロータ内のロータ励磁巻線とロータ出力巻線の配線において相回転が逆相とされていることにより、レゾルバ 1 回転により回転方向が逆で回転量が 1 回転分の角度信号が得られるレゾルバが構成されることを特徴とする、(5) ないし (7) のいずれかのブラシレスレゾルバ（ただし、 $m$ 、 $n$  はともに、正の整数であり、任意の数である。）。

(10) 前記励磁機能ブロックにおけるレゾルバ励磁信号と前記出力機能ブロックにおける出力信号との間における磁束の干渉を防止するために、該励磁機能ブロックにおける極対数  $m$  と、該出力機能ブロックにおける極対数  $n$  を異なる数とすることを特徴とする、(5) ないし (7) のいずれかに記載のブラシレスレゾルバ（ただし、 $m$ 、 $n$  はともに、正の整数であり、任意の数である。）。

(11) (5) ないし (7) のいずれかのブラシレスレゾルバを構成する方法であって、前記ステータ鉄心または前記ロータ鉄心の少なくともいずれか一方における鉄心のスロット数、前記励磁機能ブロックにおける極対数、および、前記出力機能ブロックにおける極対数、の組合せにおいて、これらのうち少なくともいずれか一つを任意に設定することにより、レゾルバ 1 回転に対して  $N$  倍の回転数の角度信号を得ることができブラシレスレゾルバとすることを特徴とする、ブラシレスレゾルバ

の構成方法（ただし、 $N$ は1以上の整数であり、任意の数である。）。

(12) (5) ないし (7) のいずれかのブラシレスレゾルバを構成する方法であって、前記励磁機能ブロックにおける極対数  $m$  と前記出力機能ブロックにおける極対数  $n$  を異なる数とすることによって、励磁信号および出力信号の干渉を防止するように構成する、ブラシレスレゾルバの構成方法（ただし、 $m$ 、 $n$  はともに、正の整数であり、任意の数である。）。

(13) (12) のブラシレスレゾルバの構成方法であって、前記励磁機能ブロックにおける極対数  $m$  と前記出力機能ブロックにおける極対数  $n$  との関係を、その差が1となるように極対を構成することによってレゾルバ1回転により1回転分の角度信号が得られるようにし、回転方向の等しい軸倍角1のレゾルバを得ようとする場合は、 $m$  と  $n$  の関係を  $m - n = 1$ 、となるように極を構成し、一方回転方向が逆で回転量が1回転分の角度信号を発生するレゾルバを得ようとする場合は、 $m$  と  $n$  の関係を  $n - m = 1$ 、となるように極を構成するとともに、前記ロータ内のロータ励磁巻線とロータ出力巻線の配線において相回転を逆相とする、ブラシレスレゾルバの構成方法（ただし、 $m$ 、 $n$  はともに、正の整数であり、任意の数である。）。

(14) ブラシレスレゾルバ用ロータであって、該ロータは2相の巻線の施されたスロットを有する鉄心からなり、該2相の巻線はレゾルバ信号変調のために相互に  $90^\circ$  位相のずれた巻線により構成されていることを特徴とする、ブラシレスレゾルバ用ロータ。

(15) レゾルバ部として、2相の巻線からなるステータ励磁巻線部、ならびにステータ出力巻線部を構成する巻線が施されたステータ、およびロータ励磁巻線ならびにロータ出力巻線の計2相の巻線が施されたロータ、を有するブラシレスレゾルバにおいて、該ステータ励磁巻線部と

該ロータ励磁巻線からなる励磁機能ブロックにおける極対数を  $m$  としたとき、

(A) 該ステータ励磁巻線部において 2 相ともに励磁電圧が印加された場合には、該ロータの巻線には、

$$〔数式〕 E_3 = K_1 E \sin(\omega t + m\theta) 、 E_4 = K_1 E \cos(\omega t + m\theta)$$

で表される 2 の信号  $E_3$  および  $E_4$  が得られ、

(B) 該ステータ励磁巻線部において 1 相のみに励磁電圧が印加された場合には、該ロータの巻線には、

$$〔数式〕 E_3 = K_1 E_1 \cos(m\theta) 、 E_4 = K_1 E_1 \sin(m\theta)$$

で表される 2 の信号  $E_3$  および  $E_4$  が得られる、

ことを特徴とする、ブラシレスレゾルバの巻線構造（ただし、 $K_1$  は変圧比、 $E$  は入力信号、 $E_1$  は励磁信号、 $\omega$  は角速度、 $t$  は時間、 $\theta$  は回転角とする。）。

(16) ブラシレスレゾルバにおける励磁信号  $E_1$ 、 $E_2$ 、および出力信号  $E_5$ 、 $E_6$  が、

(I) 信号処理方式が 2 相励磁 2 相出力の場合は、

$$〔数式〕 E_1 = E \sin \omega t \text{ --- } \langle 1 \rangle$$

$$E_2 = E \cos \omega t \text{ --- } \langle 2 \rangle$$

$$E_5 = K E \sin \{ \omega t + (m+n) \theta \} \text{ --- } \langle 5 \rangle$$

$$E_6 = K E \cos \{ \omega t + (m+n) \theta \} \text{ --- } \langle 6 \rangle$$

で表され、ただしロータ内の入力と出力コイル間の配線を変えて、相回転を変更した場合の出力信号は、

〔数式〕

$$E_5 = K E \sin \{ \omega t + (m-n) \theta \} \text{ --- } \langle 7 \rangle$$

$$E_6 = K E \cos \{ \omega t + (m-n) \theta \} \text{ --- } \langle 8 \rangle$$

で表されるものであり、

(II) 信号処理方式が 1 相励磁 2 相出力の場合は、

$$[数式] \quad E_1 = E \sin \omega t \quad \text{---} \quad \langle 1 \rangle$$

$$E_5 = K E_1 \cos \{ (m+n) \theta \} \quad \text{---} \quad \langle 11 \rangle$$

$$E_6 = K E_1 \sin \{ (m+n) \theta \} \quad \text{---} \quad \langle 12 \rangle$$

で表され、ただしロータ内の入力と出力コイル間の配線を変えて、相回転を変更した場合の出力信号は、

[数式]

$$E_5 = K E_1 \cos \{ (m-n) \theta \} \quad \text{---} \quad \langle 13 \rangle$$

$$E_6 = K E_1 \sin \{ (m-n) \theta \} \quad \text{---} \quad \langle 14 \rangle$$

で表されるものであり、

(III) 信号処理方式が 2 相励磁 1 相出力の場合は、

$$[数式] \quad E_1 = E \sin \omega t \quad \text{---} \quad \langle 1 \rangle$$

$$E_2 = E \cos \omega t \quad \text{---} \quad \langle 2 \rangle$$

$$E_5 = K E \sin \{ \omega t + (m+n) \theta \} \quad \text{---} \quad \langle 17 \rangle$$

で表され、ただしロータ内の入力と出力コイル間の配線を変えて、相回転を変更した場合の出力信号は、

[数式]

$$E_5 = K E \sin \{ \omega t + (m-n) \theta \} \quad \text{---} \quad \langle 18 \rangle$$

で表されるものである、

ことを特徴とする、(15) のブラシレスレゾルバの巻線構造（ただし、K は変圧比、E は入力信号、 $\omega$  は角速度、t は時間、 $\theta$  は回転角、m は前記励磁機能ブロックにおける極対数、n は前記出力機能ブロックにおける極対数、とする。）。

つまり本発明は、コスト低減の課題を解決するために、従来レゾルバ励磁信号の非接触伝達のため設けていたトランス部を設けないこととし、また軸倍角 1 を含む任意の軸倍角を得るために、ステータおよびロー

タにおける巻線構成等を新規な構成とし、さらに励磁側の磁気回路と出力側の磁気回路の干渉を低減するためにも、ステータおよびロータにおける巻線構成等を新規な構成とする、という手段を講じたものである。

すなわち、ブラシレスレゾルバにおいて回転トランスを使用しないこととし、スロットを有するロータ鉄心とステータ鉄心の一組によりレゾルバを構成することで、コストを低減するものである。また、各鉄心には相互に  $90^\circ$  位相のずれた 2 相の巻線を施し、励磁巻線ならびに出力巻線の回転角、およびロータ鉄心ならびにステータ鉄心のスロット数の組合せを変えることにより、軸倍角 1 を含む任意の軸倍角を得るものである。係る構成により、軸倍角はスロット数および巻線構成によって決定されるため、ロータ鉄心形状が軸倍角によって限定されることはなく、扁芯などレゾルバ構成上とることのできない不利な形状でロータ鉄心を構成することなく、軸倍角 1 のレゾルバを構成することができる。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明のブラシレスレゾルバの構造を示す半断面図である。

図 2 は、本発明のブラシレスレゾルバ 10 の構成を示す回路図であり、図 2 (a) はステータ 3 およびロータ 4 の各構成を示す結線図、図 2 (b) はレゾルバとしての励磁、出力各機能別にブロック分けした結線図である。

図 3 は、本発明のブラシレスレゾルバにおいて 2 相励磁 2 相出力の信号処理方式を採る場合の構成を示す回路図であり、図 3 (a) はステータおよびロータの各構成を示す結線図、図 3 (b) はレゾルバとしての励磁、出力各機能別にブロック分けした結線図である。

図 4 は、本発明のブラシレスレゾルバにおいて 1 相励磁 2 相出力の信号処理方式を採る場合の構成を示す回路図であり、図 4 (a) はステータ

タおよびロータの各構成を示す結線図、図 4 (b) はレゾルバとしての励磁、出力各機能別にブロック分けした結線図である。

図 5 は、本発明のブラシレスレゾルバにおいて 2 相励磁 1 相出力の信号処理方式を採る場合の構成を示す回路図であり、図 5 (a) はステータおよびロータの各構成を示す結線図、図 5 (b) はレゾルバとしての励磁、出力各機能別にブロック分けした結線図である。

図 6 は、実施例 3. の構成のブラシレスレゾルバにおいて実測した、軸角度と出力信号レベルの関係を示すグラフ図である ( $m = 8$ 、 $n = 7$ 、相回転逆の場合)。

図 7 は、従来のブラシレスレゾルバの半断面図である。

以下は、用いた符号の説明である。

1 … 軸、 2 … ケース、 3 … ステータ、 4 … ロータ、 8 … リード線、 10 … ブラシレスレゾルバ、 33 … ステータ鉄心、 34 … ステータ巻線、 43 … ロータ鉄心、 44 … ロータ巻線、 341 … ステータ励磁巻線部、 342 … ステータ出力巻線部、 441 … ロータ励磁巻線、 442 … ロータ出力巻線、 3411、3412、3425、3426 … ステータ巻線、 BR … 励磁機能ブロック、 BS … 出力機能ブロック、  $E_1$ 、 $E_2$  … 励磁電圧、  $E_5$ 、 $E_6$  … 出力電圧

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明を図面により詳細に説明する。なお、同一機能を有する同一構成要素に対しては、先に説明した従来技術に係る図 7 も含めて、同一の符号を付して説明する。

図 1 は、本発明のブラシレスレゾルバの構造を示す半断面図である。図において本発明のブラシレスレゾルバ 10 は、ステータ 3 側からロータ 4 側へレゾルバ励磁信号を非接触で伝達するための励磁信号伝達手段

と、検出すべき回転角に応じて該レゾルバ励磁信号を変調するためのレゾルバ部 7 と、を備え、該レゾルバ部 7 が該励磁信号伝達手段を兼ねるものであることを主たる構成とする。該レゾルバ部 7 は、スロットを有し、かつ巻線（以下「ロータ巻線」ともいう。） 44 の施されたロータ鉄心 43 からなるロータ 4、および、スロットを有し、かつ巻線（以下、「ステータ巻線」ともいう。） 34 の施されたステータ鉄心 33 からなるステータ 3、の一组から構成することができる。

すなわち本発明のブラシレスレゾルバは、レゾルバ励磁信号の非接触伝達のためのトランス部を備えず、回転角に応じたレゾルバ励磁信号変調のためのレゾルバ部 7 のみから主として構成される。

図において、前記ステータ巻線 34 は、交流電圧により励磁されて前記ロータ 4 にレゾルバ励磁信号を伝達するための巻線であるステータ励磁巻線部 341（図示せず。図 2 参照。）と、該ロータ 4 に顕現する検出すべき回転角に応じた信号が出力される巻線であるステータ出力巻線部 342（図示せず。図 2 参照。）とからなり、該ステータ励磁巻線部 341 および該ステータ出力巻線部 342 は、同一の一のステータ鉄心 33 上に設けることとすることができる。一方、前記ロータ巻線 44 は、該ステータ励磁巻線部 341 からのレゾルバ励磁信号伝達を受けるための巻線であるロータ励磁巻線 441（図示せず。図 2 参照。）と、該ステータ出力巻線部 342 に出力信号を発生させるための巻線であるロータ出力巻線 442（図示せず。図 2 参照。）とからなるロータ巻線部 44 を構成しており、該ロータ励磁巻線 441 および該ロータ出力巻線 442 は同一の一のロータ鉄心 43 上に設けられることとすることができる。該ステータ鉄心 33 および該ロータ鉄心 43 はともに、プレス加工により製造するものとすることができる。

図において本発明のブラシレスレゾルバの構造は、ステータ鉄心 33

およびステータ巻線 3 4 からなるステータ 3 を有し、かつ、ロータ鉄心 4 3 およびロータ巻線 4 4 からなるロータ 4 を有しており、該ステータ 3 および該ロータ 4 は、検出すべき回転角に応じて該レゾルバ励磁信号を変調するためのレゾルバ部 7 を成しており、さらに該ロータ 4 が設けられるロータ軸 1、該ステータ巻線 3 4 に接続されたリード線 8、および該ステータ 3 ならびに該ロータ 4 を収容するケース 2 を備えることを基本的な構成とする。

しかし本発明においては、該ロータ軸 1、または該ケース 2 の少なくともいずれか一方を備えないこととする構成をとることもできる。すなわち本発明のブラシレスレゾルバは、上述したレゾルバ構成をとる限り、該ロータ軸 1 を設けずに、あるいは該ケース 2 によりレゾルバ部を収容することをせずに、または該ロータ軸 1 も該ケース 2 もともに設けずに構成することができる。

図 1 において本発明のブラシレスレゾルバは上述のように構成されているため、ステータ 3 側からロータ 4 側へのレゾルバ励磁信号の非接触伝達は、回転トランスではなくレゾルバ部 7 により行われ、検出すべき回転角に応じた該レゾルバ励磁信号の変調もまたレゾルバ部 7 によりなされる。該レゾルバ部 7 は、スロットを有ステータ巻線 4 4 の施されたロータ鉄心 4 3 からなるロータ 4、および、スロットを有しロータ巻線 3 4 の施されたステータ鉄心 3 3 からなるステータ 3、の一组のみから構成できるため、レゾルバ構成を簡素にし、製造コストを低減することができる。

図において前記ステータ巻線 3 4 においては、これを構成するステータ励磁巻線部 3 4 1（図示せず。図 2 参照。）が交流電圧により励磁されて前記ロータ 4 にレゾルバ励磁信号が伝達される。また、該ロータ 4 に顕現する検出すべき回転角度に応じた信号が、同じく該ステータ巻線

３４を構成するステータ出力巻線部３４２（図示せず。図２参照。）に出力される。

つまり、該ステータ励磁巻線部３４１（図示せず。図２参照。）に交流電圧が印加され、これによって生じた磁束により、磁気回路を構成する後記ロータ励磁巻線４４１（図示せず。図２参照。）には電圧が励起されて電流が生じ、これと回路を構成する後記ロータ出力巻線４４２（図示せず。図２参照。）において出力される磁束が生じて、これと磁気回路を構成する前記ステータ出力巻線３４１（図示せず。図２参照。）に、検出すべき回転角度に応じた電圧が出力され、電気信号が発生する。

該ステータ励磁巻線部３４１および該ステータ出力巻線部３４２は、同一の一のステータ鉄心３３上に設けることができるため、製造工程において部品個数を最少にとどめ、製造コストを削減することができる。

一方、前記ロータ巻線４４においては、これを構成するロータ励磁巻線４４１（図示せず。図２参照。）が該ステータ励磁巻線部３４１からのレゾルバ励磁信号伝達を受ける。また、同じく該ロータ巻線４４を構成するロータ出力巻線４４２（図示せず。図２参照。）により、前記ステータ出力巻線部３４２において出力信号が発生させられる。

つまり、前記ステータ励磁巻線部３４１（図示せず。図２参照。）に交流電圧が印加され、これによって生じた磁束により、磁気回路を構成する該ロータ励磁巻線４４１（図示せず。図２参照。）には電圧が励起されて電流が生じ、これと回路を構成する該ロータ出力巻線４４２（図示せず。図２参照。）において出力される磁束が生じて、これと磁気回路を構成する前記ステータ出力巻線３４１（図示せず。図２参照。）に、検出すべき回転角度に応じた電圧が出力され、電気信号が発生する。

該ロータ励磁巻線４４１および該ロータ出力巻線４４２は、同一の一

のステータ鉄心 4 3 上に設けることができるため、製造工程において部品個数を最少にとどめ、製造コストを削減することができる。

図において本発明のブラシレスレゾルバの構造は、該ロータ軸 1、または該ケース 2 の少なくともいずれか一方を備えないこととし、すなわち本発明のブラシレスレゾルバは、上述したレゾルバ構成をとる限り、該ロータ軸 1 を設けずに、あるいは該ケース 2 によりレゾルバ部を収容することをせずに、または該ロータ軸 1 も該ケース 2 もともに設けずに構成することができるため、用途に応じた最小限の構成により、部品点数、部品個数を削減し、製造コストを低減することができる。

図 1 において、本発明のブラシレスレゾルバはトランス部を設けない構成であるため、従来のブラシレスレゾルバにおける問題であった、トランス部からレゾルバ部への磁気回路の干渉は解消され、レゾルバ性能は安定化されたものとなっている。

図 2 は、本発明のブラシレスレゾルバ 1 0 の構成を示す回路図であり、図 2 (a) はステータ 3 およびロータ 4 の各構成を示す結線図、図 2 (b) はレゾルバとしての励磁、出力各機能別にブロック分けした結線図である。なお図 2 は、後述する 2 相励磁 2 相出力のレゾルバの構成を示すものでもあるが、ここでは、励磁側と出力側の適宜選択により、1 相励磁 2 相出力、および 2 相励磁 1 相出力の信号処理方式をも選択し得る、本発明ブラシレスレゾルバの基本的構成として、説明する。

図 2 において本発明のブラシレスレゾルバ 1 0 においては、前記ステータ 3 は、交流電圧により励磁されて前記ロータ 4 にレゾルバ励磁信号を伝達するための巻線であるステータ励磁巻線部 3 4 1 と、該ロータ 4 に顕現する検出すべき回転に応じた信号が出力される巻線であるステータ出力巻線部 3 4 2 とを有し、該ステータ励磁巻線部 3 4 1 または該ステータ出力巻線部 3 4 2 の少なくともいずれか一方が、相互に 90° 位

相のずれた 2 相の巻線を備えたものとして構成される。本発明においては、該ステータ励磁巻線部 3 4 1 および該ステータ出力巻線部 3 4 2 の双方とも回転角度に対して相互に位相のずれた 2 相の巻線を備えたものとして構成することができる。

図において、一方前記ロータ 4 は、該ステータ励磁巻線部 3 4 1 からのレゾルバ励磁信号伝達を受けるための巻線であるロータ励磁巻線 4 4 1 と、該ステータ出力巻線部 3 4 2 に出力信号を発生させるための巻線であるロータ出力巻線 4 4 2 とからなるロータ巻線部 4 4 を有し、該ロータ励磁巻線 4 4 1 と該ロータ出力巻線 4 4 2 は、相互に  $90^\circ$  位相のずれた 2 相の巻線となるように構成される。

図において、前記ステータ励磁巻線部 3 4 1 および前記ステータ出力巻線部 3 4 2 は、いずれも回転角度に対して相互に位相のずれた 2 相の巻線、3 4 1 1 と 3 4 1 2、および 3 4 2 5 と 3 4 2 6 を備えており、励磁電圧を印加する相、および出力信号を取り出す相を選択することにより、2 相励磁 2 相出力、1 相励磁 2 相出力、または 2 相励磁 1 相出力の、3 形式の信号処理方式を選択することができるように構成することができる。

図において本発明のブラシレスレゾルバは、前記ステータ鉄心 3 3 または前記ロータ鉄心 4 3 の少なくともいずれか一方における鉄心のスロット数、前記ステータ励磁巻線部 3 4 1 および前記ロータ励磁巻線 4 4 1 からなる励磁機能ブロック B R における極対数、および、前記ステータ出力巻線部 3 4 2 および前記ロータ出力巻線 4 4 2 からなる出力機能ブロック B S における極対数、の組合せにおいて、該スロット数、励磁機能ブロック B R における極対数、または該出力機能ブロック B S における極対数、のうち少なくともいずれか一つを任意に設定することにより、レゾルバ 1 回転に対して N 倍の回転数の角度信号を得ることが可能

な構成とすることができる。ただし、Nは1以上の整数（自然数）であり、任意の数である。

図2において本発明のブラシレスレゾルバは上述のように構成されているため、前記ステータ3においては、前記ステータ励磁巻線部341は交流電圧により励磁されて、これにより前記ロータ4にレゾルバ励磁信号が伝達され、ステータ出力巻線部342では該ロータ4に顕現する検出すべき回転に応じた信号が出力される。

つまり、前記ステータ励磁巻線部341に交流電圧が印加され、これによって生じた磁束により、磁気回路を構成する該ロータ励磁巻線441には電圧が励起されて電流が生じ、これと回路を構成する該ロータ出力巻線442において出力される磁束が生じて、これと磁気回路を構成する前記ステータ出力巻線341に、検出すべき回転角度に応じた電圧が出力され、電気信号が発生する。

そして、該ステータ励磁巻線部341または該ステータ出力巻線部342の少なくともいずれか一方は、その備える2相の巻線においてその位相が相互に90°ずれたものとなる。本発明においては、該ステータ励磁巻線部341および該ステータ出力巻線部342の双方とも、その備える2相の巻線（ステータ励磁巻線部341については巻線3411と3412、ステータ出力巻線部342については巻線3425と3426）においてその位相が相互に90°ずれたものとしてことができ、したがって、相互に位相のずれた2相の励磁電圧、および相互に位相のずれた2相の出力電圧を得ることができる。

図において、一方前記ロータ4においては、前記ロータ励磁巻線441により前記ステータ励磁巻線部341からのレゾルバ励磁信号伝達が受けられ、前記ロータ出力巻線442により前記ステータ出力巻線部342に出力信号が発生させられる。

つまり、前記ステータ励磁巻線部 3 4 1 に交流電圧が印加され、これによって生じた磁束により、磁気回路を構成する該ロータ励磁巻線 4 4 1 には電圧が励起されて電流が生じ、これと回路を構成する該ロータ出力巻線 4 4 2 において出力される磁束が生じて、これと磁気回路を構成する前記ステータ出力巻線 3 4 1 に、検出すべき回転角度に応じた電圧が出力され、電気信号が発生する。

該ロータ励磁巻線 4 4 1 と該ロータ出力巻線 4 4 2 は、その備える 2 相の巻線においてその位相が相互に  $90^\circ$  ずれたものとすることができ、したがって、相互に位相のずれた 2 相の電圧が得られる。

したがって、ステータ 4 において励磁電圧を印加する相、および出力信号を取り出す相が選択されることにより、2 相励磁 2 相出力、1 相励磁 2 相出力、または 2 相励磁 1 相出力の、3 形式の信号処理方式が選択され得る。

また、前記スロット数、前記励磁機能ブロック B R における極対数、または前記該出力機能ブロック B S における極対数、のうち少なくともいずれかが任意に設定されて、レゾルバ 1 回転に対して N 倍の回転数の角度信号が得られる。すなわち、前記ステータ鉄心 3 3 のスロット数、前記ロータ鉄心 4 3 のスロット数、該励磁機能ブロック B R における励磁巻線の構成、および該出力機能ブロック B S における出力巻線の構成が任意に設定されて、必要な軸倍角が設定される。これにより、軸倍角選択の自由度が増大し、その結果レゾルバ構成・設計の自由度が増大する。ただし N は 1 以上の整数（自然数）であり、任意の数である。

図において本発明のブラシレスレゾルバはまた、前記励磁機能ブロック B R における極対数  $m$  と、前記出力機能ブロック B S における極対数  $n$  との関係を、 $m - n = 1$ 、とし、すなわち、該励磁機能ブロック B R における極対数  $m$  を該出力機能ブロック B S における極対数  $n$  よりも 1

対多く構成し、かつ前記ロータ 4 内のロータ励磁巻線 4 4 1 とロータ出力巻線 4 4 2 の配線において相回転を逆相とし、レゾルバ 1 回転により 1 回転分の角度信号が得られる軸倍角 1 のレゾルバとすることができる。

また、前記励磁機能ブロック B R における極対数  $m$  と、前記出力機能ブロック B S における極対数  $n$  との関係を、 $n - m = 1$ 、とし、すなわち、該励磁機能ブロック B R における極対数  $m$  を該出力機能ブロック B S における極対数  $n$  よりも 1 対少なく構成し、前記ロータ 4 内のロータ励磁巻線 4 4 1 とロータ出力巻線 4 4 2 の配線において相回転を逆相とし、レゾルバ 1 回転により回転方向が逆で回転量が 1 回転分の角度信号が得られるレゾルバとすることができる。

図において本発明のブラシレスレゾルバは、前記励磁機能ブロック B R におけるレゾルバ励磁信号と前記出力機能ブロック B S における出力信号との間における磁束の干渉を防止するために、該励磁機能ブロック B R における極対数  $m$  と、該出力機能ブロック B S における極対数  $n$  を異なる数とする構成とすることができる。

次に、上述した本発明ブラシレスレゾルバの基本的構成を踏まえ、各信号処理方式のブラシレスレゾルバの構成例について、説明する。

図 3 は、本発明のブラシレスレゾルバにおいて 2 相励磁 2 相出力の信号処理方式を採る場合の構成を示す回路図であり、図 3 (a) はステータおよびロータの各構成を示す結線図、図 3 (b) はレゾルバとしての励磁、出力各機能別にブロック分けした結線図である。本構成において、ステータはステータ励磁巻線 a ( $m$  極対)、ステータ出力巻線 c ( $n$  極対)、ロータはロータ励磁巻線 b ( $m$  極対)、ロータ出力巻線 d ( $n$  極対) にて構成される。 $E_1$ 、 $E_2$  は励磁信号であり、 $E_5$ 、 $E_6$  は出力信号である。理論式は数式 1 の〈1〉～〈6〉のとおりである。数式中

、 $K$ 、 $K_1$ 、 $K_2$ は変圧比、 $\omega$ は角速度 (rad/s)、 $t$ は時間 (s)、 $\theta$ は回転角 (rad)である。以下も同じである。

[数式1]

$$E_1 = E \sin \omega t \text{ --- } \langle 1 \rangle$$

$$E_2 = E \cos \omega t \text{ --- } \langle 2 \rangle$$

$$\begin{aligned} E_3 &= K_1 E_1 \cos(m\theta) + K_1 E_2 \sin(m\theta) \\ &= K_1 E \sin \omega t \cos(m\theta) + K_1 E \cos \omega t \sin(m\theta) \\ &= K_1 E \sin(\omega t + m\theta) \text{ --- } \langle 3 \rangle \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_4 &= -K_1 E_1 \sin(m\theta) + K_1 E_2 \cos(m\theta) \\ &= -K_1 E \sin \omega t \sin(m\theta) + K_1 E \cos \omega t \cos(m\theta) \\ &= K_1 E \cos(\omega t + m\theta) \text{ --- } \langle 4 \rangle \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_5 &= K_2 E_3 \cos(n\theta) + K_2 E_4 \sin(n\theta) \\ &= K_1 K_2 E \sin(\omega t + m\theta) \cos(n\theta) + K_1 K_2 E \cos(\omega t + m\theta) \sin(n\theta) \\ &= K E \sin(\omega t + m\theta + n\theta) \\ &= K E \sin\{\omega t + (m+n)\theta\} \text{ --- } \langle 5 \rangle \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_6 &= -K_2 E_3 \sin(n\theta) + K_2 E_4 \cos(n\theta) \\ &= -K_1 K_2 E \sin(\omega t + m\theta) \sin(n\theta) + K_1 K_2 E \cos(\omega t + m\theta) \cos(n\theta) \\ &= K E \cos(\omega t + m\theta + n\theta) \\ &= K E \cos\{\omega t + (m+n)\theta\} \text{ --- } \langle 6 \rangle \end{aligned}$$

すなわち2相励磁2相出力の信号処理方式により、得られる出力信号 $E_5$ および $E_6$ は、それぞれ励磁信号 $E_1$ および $E_2$ と比べて $(m+n)\theta$ だけ位相のずれた信号である。

ここで、ロータ内の入力と出力コイル間の配線を変えて、相回転を変更すれば理論式は数式2の〈7〉、〈8〉にて表される。

〔数式 2〕

$$E_5 = K_2 E_3 \cos(n\theta) - K_2 E_4 \sin(n\theta) \\ = K E \sin\{\omega t + (m-n)\theta\} \text{ --- } \langle 7 \rangle$$

$$E_6 = K_2 E_3 \sin(n\theta) + K_2 E_4 \cos(n\theta) \\ = K E \cos\{\omega t + (m-n)\theta\} \text{ --- } \langle 8 \rangle$$

すなわちこの場合、2相励磁2相出力の信号処理方式により、得られる出力信号  $E_5$  および  $E_6$  は、それぞれ励磁信号  $E_1$  および  $E_2$  と比べて  $(m-n)\theta$  だけ位相のずれた信号となる。

図4は、本発明のブラシレスレゾルバにおいて1相励磁2相出力の信号処理方式を採る場合の構成を示す回路図であり、図4(a)はステータおよびロータの各構成を示す結線図、図4(b)はレゾルバとしての励磁、出力各機能別にブロック分けした結線図である。本構成において、ステータはステータ励磁巻線  $a$  ( $m$ 極対)、ステータ出力巻線  $c$  ( $n$ 極対)、ロータはロータ励磁巻線  $b$  ( $m$ 極対)、ロータ出力巻線  $d$  ( $n$ 極対)にて構成される。 $E_1$ は励磁信号であり、 $E_5$ 、 $E_6$ は出力信号である。理論式は数式3の〈11〉、〈12〉のとおりである。

〔数式 3〕

$$E_1 = E \sin \omega t \text{ --- } \langle 1 \rangle$$

$$E_3 = K_1 E_1 \cos(m\theta) \text{ --- } \langle 9 \rangle$$

$$E_4 = K_1 E_1 \sin(m\theta) \text{ --- } \langle 10 \rangle$$

$$E_5 = K_2 E_3 \cos(n\theta) - K_2 E_4 \sin(n\theta) \\ = K_1 K_2 E_1 \{ \cos(m\theta) \cos(n\theta) - \sin(m\theta) \sin(n\theta) \} \\ = K E_1 \cos\{(m+n)\theta\} \text{ --- } \langle 11 \rangle$$

$$E_6 = K_2 E_3 \sin(n\theta) + K_2 E_4 \cos(n\theta) \\ = K_1 K_2 E_1 \{ \cos(m\theta) \sin(n\theta) + \sin(m\theta) \cos(n\theta) \} \\ = K E_1 \sin\{(m+n)\theta\} \text{ --- } \langle 12 \rangle$$

すなわち 1 相励磁 2 相出力の信号処理方式により、得られる出力信号  $E_5$  および  $E_6$  は、励磁信号  $E_1$  と比べて軸倍角は  $(m+n)$  倍となり、すなわち 1 回転で  $(m+n)$  回転分の角度信号が得られる。

ここで、ロータ内の入力と出力コイル間の配線を変えて、相回転を変更すれば理論式は数式 4 の〈13〉、〈14〉にて表される。

〔数式 4〕

$$\begin{aligned} E_5 &= K_2 E_3 \cos(n\theta) + K_2 E_4 \sin(n\theta) \\ &= K E_1 \cos\{(m-n)\theta\} \text{ --- (13)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_6 &= -K_2 E_3 \sin(n\theta) + K_2 E_4 \cos(n\theta) \\ &= K E_1 \sin\{(m-n)\theta\} \text{ --- (14)} \end{aligned}$$

すなわちこの場合、1 相励磁 2 相出力の信号処理方式により、得られる出力信号  $E_5$  および  $E_6$  は、励磁信号  $E_1$  と比べて軸倍角は  $(m-n)$  倍となり、すなわち 1 回転で  $(m-n)$  回転分の角度信号が得られる。

図 5 は、本発明のブラシレスレゾルバにおいて 2 相励磁 1 相出力の信号処理方式を採る場合の構成を示す回路図であり、図 5 (a) はステータおよびロータの各構成を示す結線図、図 5 (b) はレゾルバとしての励磁、出力各機能別にブロック分けした結線図である。本構成において、ステータはステータ励磁巻線 a ( $m$  極対)、ステータ出力巻線 c ( $n$  極対)、ロータはロータ励磁巻線 b ( $m$  極対)、ロータ出力巻線 d ( $n$  極対) にて構成される。 $E_1$ 、 $E_2$  は励磁信号であり、 $E_5$  は出力信号である。理論式は数式 5 の〈17〉のとおりである。

〔数式 5〕

$$E_1 = E \sin \omega t \text{ --- (1)}$$

$$E_2 = E \cos \omega t \text{ --- (2)}$$

$$E_3 = K_1 E_1 \cos(m\theta) + K_1 E_2 \sin(m\theta)$$

$$\begin{aligned}
&= K_1 E \sin \omega t \cos (m \theta) + K_1 E \cos \omega t \sin (m \theta) \\
&= K_1 E \sin (\omega t + m \theta) \text{ --- } \langle 15 \rangle \\
E_4 &= -K_1 E_1 \sin (m \theta) + K_1 E_2 \cos (m \theta) \\
&= -K_1 E \sin \omega t \sin (m \theta) + K_1 E \cos \omega t \cos (m \theta) \\
&= K_1 E \cos (\omega t + m \theta) \text{ --- } \langle 16 \rangle \\
E_5 &= K_2 E_3 \cos (n \theta) + K_2 E_4 \sin (n \theta) \\
&= K_1 K_2 E \sin (\omega t + m \theta) \cos (n \theta) + K_1 K_2 E \cos (\omega t + m \\
&\theta) \sin (n \theta) \\
&= K E \sin (\omega t + m \theta + n \theta) \\
&= K E \sin \{ \omega t + (m + n) \theta \} \text{ --- } \langle 17 \rangle
\end{aligned}$$

すなわち 2 相励磁 1 相出力の信号処理方式により、得られる出力信号  $E_5$  は、励磁信号  $E_1$ 、 $E_2$  と比べて  $(m + n) \theta$  だけ位相のずれた信号である。

ここで、ロータ内の入力と出力コイル間の配線を変えて、相回転を変更すれば理論式は数式 6 の  $\langle 18 \rangle$  にて表される。

[数式 6]

$$\begin{aligned}
E_5 &= K_2 E_3 \cos (n \theta) - K_2 E_4 \sin (n \theta) \\
&= K E \sin \{ \omega t + (m - n) \theta \} \text{ --- } \langle 18 \rangle
\end{aligned}$$

すなわちこの場合、2 相励磁 1 相出力の信号処理方式により、得られる出力信号  $E_5$  は、励磁信号  $E_1$ 、 $E_2$  と比べて  $(m - n) \theta$  だけ位相のずれた信号である。

以上のように、本発明のブラシレスレゾルバにおいて、2 相励磁 2 相出力、1 相励磁 2 相出力、2 相励磁 1 相出力の各信号処理方式のレゾルバを構成することができ、またその位相のずれを任意に構成し、励磁側および出力側における極対数  $m$  および  $n$  の組合せを選択することにより、回転角  $\theta$  に対して  $N$  倍（軸倍角  $N$ ）の角度信号を得ることができる。

さらに鉄心のスロット数および  $m$ 、 $n$  の組合せにより、必要とする  $N$  倍の信号を得ることができる。

また、本発明のブラシレスレゾルバは、前記励磁機能ブロックにおける極対数  $m$  と、前記出力機能ブロックにおける極対数  $n$  とを異なる数とすることによって、ステータとロータにおいてそれぞれ同一鉄心を用いる際の、励磁信号および出力信号の干渉を防止することができる。ここで、 $m$ 、 $n$  はともに、正の整数であり、任意の数である。以下も同様である。

また、本発明のブラシレスレゾルバは、前記励磁機能ブロックにおける極対数  $m$  と前記出力機能ブロックにおける極対数  $n$  との関係を、その差が 1 となるように極を構成することによって、レゾルバ 1 回転により 1 回転分の角度信号が得られるように構成することができる。回転方向の等しい軸倍角 1 のレゾルバを得ようとする場合は、各ブロックにおける極対数  $m$  と  $n$  の関係を  $m - n = 1$ 、となるように極を構成することにより、これを構成することができる。一方回転方向が逆で回転量が 1 回転分の角度信号を発生するレゾルバを得ようとする場合は、 $m$  と  $n$  の関係を  $n - m = 1$ 、となるように極を構成するとともに、前記ロータ内のロータ励磁巻線とロータ出力巻線の配線において相回転を逆相とすることにより、これを構成することができる。

本発明のブラシレスレゾルバに用いられるロータは、上述のように 2 相の巻線の施されたスロットを有する鉄心からなるものであり、該 2 相の巻線は、レゾルバ信号変調のために相互に  $90^\circ$  位相がずれたものとして構成されており、これにより上述した本発明のブラシレスレゾルバにおけるさまざまな信号変調がなされる。

すなわち本発明のブラシレスレゾルバは、レゾルバ部として、2 相の巻線からなるステータ励磁巻線部、ならびにステータ出力巻線部を構成

する巻線が施されたステータ、およびロータ励磁巻線ならびにロータ出力巻線の計 2 相の巻線が施されたロータ、を有しており、該ステータ励磁巻線と該ロータ励磁巻線からなる励磁機能ブロックにおける極対数を  $m$  としたとき、該ロータには次のような信号が発生する。

(A) 該ステータ励磁巻線部において 2 相ともに励磁電圧が印加された場合には、該ロータの巻線においては、

$$[数式] E_3 = K_1 E \sin(\omega t + m\theta) \text{、} E_4 = K_1 E \cos(\omega t + m\theta)$$

で表される 2 の信号  $E_3$ 、 $E_4$  が得られる。

(B) 該ステータ励磁巻線部において 1 相のみに励磁電圧が印加された場合には、該ロータの巻線においては、

$$[数式] E_3 = K_1 E_1 \cos(m\theta) \text{、} E_4 = K_1 E_1 \sin(m\theta)$$

で表される 2 の信号  $E_3$ 、 $E_4$  が得られる。これらの信号に基づいて、ステータ出力巻線部における出力信号  $E_5$ 、 $E_6$  が決定される。各文字の意味は、先に述べたとおり、 $K_1$  は変圧比、 $E$  および  $E_1$  は励磁信号、 $\omega$  は角速度、 $t$  は時間、 $\theta$  は回転角である。

#### 実施例

本発明のブラシレスレゾルバにおける入出力巻線の構成を、1 相励磁 2 相出力の場合（図 4 参照）を例に、以下に示す。 $m$  および  $n$  の組み合わせを変えることにより、回転角度  $\theta$  に対して  $N$ （軸倍角  $N$ ）倍の角度信号が得られる。このとき  $N$  倍の信号は例にとどまらず、鉄心のスロット数および  $m$ 、 $n$  との組み合わせにより、必要とする  $N$  倍の信号を得ることができる。以下の各式において、 $\theta$  は回転角度、 $m$  は励磁側極対数、 $n$  は出力側極対数である。

1. 励磁側および出力側における極対数がそれぞれ、 $m = 1$ 、 $n = 2$  の場合の出力信号は数式 7 に示したようになる。軸倍角は 3 となり、1 回転で 3 回転分の角度信号が得られるブラシレスレゾルバが構成される。

[数式 7]

$m = 1$ 、 $n = 2$  のとき、 $\langle 1 \ 1 \rangle$ 、 $\langle 1 \ 2 \rangle$  式より

$$E_1 = E \sin \omega t$$

$$\begin{aligned} E_5 &= K E_1 \cos \{ (m + n) \theta \} \\ &= K E_1 \cos \{ (1 + 2) \theta \} \\ &= K E_1 \cos 3 \theta \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_6 &= K E_1 \sin \{ (m + n) \theta \} \\ &= K E_1 \sin \{ (1 + 2) \theta \} \\ &= K E_1 \sin 3 \theta \end{aligned}$$

2. 励磁側および出力側における極対数がそれぞれ、 $m = 3$ 、 $n = 1$  の場合の出力信号は数式 8 に示したようになる。軸倍角は 4 となり、1 回転で 4 回転分の角度信号が得られるブラシレスレゾルバが構成される。

[数式 8]

$m = 3$ 、 $n = 1$  のとき、 $\langle 1 \ 1 \rangle$ 、 $\langle 1 \ 2 \rangle$  式より

$$E_1 = E \sin \omega t$$

$$\begin{aligned} E_5 &= K E_1 \cos \{ (m + n) \theta \} \\ &= K E_1 \cos \{ (3 + 1) \theta \} \\ &= K E_1 \cos 4 \theta \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_6 &= K E_1 \sin \{ (m + n) \theta \} \\ &= K E_1 \sin \{ (3 + 1) \theta \} \\ &= K E_1 \sin 4 \theta \end{aligned}$$

3. 励磁側および出力側における極対数がそれぞれ、 $m = 8$ 、 $n = 7$  で、相回転が逆の場合の出力信号は数式 9 に示したようになる。軸倍角は 1 となり、1 回転で 1 回転分の角度信号が得られるブラシレスレゾルバが構成される。

[数式 9]

$m = 8$ 、 $n = 7$ 、相回転が逆のとき、〈13〉、〈14〉式より

$$E_1 = E \sin \omega t$$

$$\begin{aligned} E_5 &= K E_1 \cos \{ (m - n) \theta \} \\ &= K E_1 \cos \{ (8 - 7) \theta \} \\ &= K E_1 \cos \theta \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_6 &= K E_1 \sin \{ (m - n) \theta \} \\ &= K E_1 \sin \{ (8 - 7) \theta \} \\ &= K E_1 \sin \theta \end{aligned}$$

4. 励磁側および出力側における極対数がそれぞれ、 $m = 1$ 、 $n = 2$ で、相回転が逆の場合の出力信号は数式10に示したようになる。相回転が逆で、1回転で1回転分の角度信号が得られるブラシレスレゾルバが構成される。

[数式10]

$m = 1$ 、 $n = 2$ 、相回転が逆のとき、〈13〉、〈14〉式より

$$E_1 = E \sin \omega t$$

$$\begin{aligned} E_5 &= K E_1 \cos \{ (m - n) \theta \} \\ &= K E_1 \cos \{ (1 - 2) \theta \} \\ &= K E_1 \cos \theta \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_6 &= K E_1 \sin \{ (m - n) \theta \} \\ &= K E_1 \sin \{ (1 - 2) \theta \} \\ &= -K E_1 \sin \theta \end{aligned}$$

図6は、上記実施例3.の構成のブラシレスレゾルバにおいて実測した、軸角度と出力信号レベルの関係を示すグラフ図である( $m = 8$ 、 $n = 7$ 、相回転逆の場合)。軸倍角は1となり、1回転で1回転分の角度信号が得られるブラシレスレゾルバが構成されていることが示されている。図において、横軸に表す軸角度の単位は、radではなく、°(度

)である。

#### 産業上の利用可能性

本発明によれば、上述のように構成されているため、ブラシレスレゾルバの製造コストの低減を可能とするとともに、軸倍角1を含む任意の軸倍角を得ることができる。すなわち製造面からは、回転トランス部を不要とする簡素な構成により、部品個数あるいは部品点数、および製造工程数を削減することができ、製造コストを低減することができる。

また、軸倍角1を含む任意の軸倍角を、鉄心形状における扁芯など不利な構成をとることなく得ることができ、検出精度や検出分解能等の点で用途に応じた任意のレゾルバ構成をとることができる。すなわち、軸倍角選択自由度が増大し、可能な信号処理方式の多様性とも相まって、レゾルバ構成の自由度増大を図ることができる。

さらに性能面からは、トランス部不要の構成としたことにより、励磁側の磁気回路と出力側の磁気回路の干渉の問題を解消することができる。

。

## 請 求 の 範 囲

1. ステータ側からロータ側へレゾルバ励磁信号を非接触で伝達するための励磁信号伝達手段と、検出すべき回転角に応じて該レゾルバ励磁信号を変調するためのレゾルバ部と、を備えたブラシレスレゾルバにおいて、該レゾルバ部が該励磁信号伝達手段を兼ねるものであることを特徴とする、ブラシレスレゾルバ。

2. 前記レゾルバ部が、スロットを有し巻線（「ロータ巻線」ともいう。）の施されたロータ鉄心からなるロータ、およびスロットを有し巻線（「ステータ巻線」ともいう。）の施されたステータ鉄心からなるステータ、の一组から構成されていることを特徴とする、1. に記載のブラシレスレゾルバ。

3. 前記ステータ巻線は、交流電圧により励磁されて前記ロータにレゾルバ励磁信号を伝達するための巻線であるステータ励磁巻線部と、該ロータに顕現する検出すべき回転に応じた信号が出力される巻線であるステータ出力巻線部とからなり、該ステータ励磁巻線部および該ステータ出力巻線部は同一の一のステータ鉄心上に設けられ、前記ロータ巻線は、該ステータ励磁巻線部からのレゾルバ励磁信号伝達を受けるための巻線であるロータ励磁巻線と、該ステータ出力巻線部に出力信号を発生させるための巻線であるロータ出力巻線とからなるロータ巻線部を構成しており、該ロータ励磁巻線および該ロータ出力巻線は同一の一のロータ鉄心上に設けられていることを特徴とする、2. に記載のブラシレスレゾルバ。

4. ロータ軸またはケースの少なくともいずれか一方の具備が省かれていることを特徴とする、2. または3. に記載のブラシレスレゾルバ。

5. 前記ステータは、交流電圧により励磁されて前記ロータにレゾルバ励磁信号を伝達するための巻線であるステータ励磁巻線部と、該ロータに顕現する検出すべき回転角度に応じた信号が出力される巻線であるステータ出力巻線部とを有し、該ステータ励磁巻線部または該ステータ出力巻線部の少なくともいずれか一方が、正弦波状に分布された巻線とそれに対し $90^\circ$ 位相のずれた（以下、「相互に $90^\circ$ 位相のずれた」、または「相互に位相のずれた」のようにいう。）2相の巻線を備えたものであり、前記ロータは、該ステータ励磁巻線部からのレゾルバ励磁信号伝達を受けるための巻線であるロータ励磁巻線と、該ステータ出力巻線部に出力信号を発生させるための巻線であるロータ出力巻線とからなるロータ巻線部を有し、該ロータ励磁巻線と該ロータ出力巻線は相互に $90^\circ$ 位相のずれた巻線であることを特徴とする、3. または4. に記載のブラシレスレゾルバ。

6. 前記ステータ励磁巻線部および前記ステータ出力巻線部はいずれも相互に $90^\circ$ 位相のずれた2相の巻線を備えており、励磁電圧を印加する相、および出力信号を取り出す相を選択することにより、2相励磁2相出力、1相励磁2相出力、または2相励磁1相出力の、3形式の信号処理方式を選択することができることを特徴とする、5. に記載のブラシレスレゾルバ。

7. 前記ステータ鉄心または前記ロータ鉄心の少なくともいずれか一方における鉄心のスロット数、前記ステータ励磁巻線部および前記ロータ励磁巻線からなる励磁機能ブロックにおける極対数、および、前記ステータ出力巻線部および前記ロータ出力巻線からなる出力機能ブロックにおける極対数、の組合せにおいて、これらのうち少なくともいずれかが任意に設定されていることにより、レゾルバ1回転に対してN倍の回転数の角度信号を得ることができることを特徴とする、3. ないし

6. のいずれかに記載のブラシレスレゾルバ（ただし、 $N$ は1以上の整数であり、任意の数である。）。

8. 前記励磁機能ブロックにおける極対数 $m$ と、前記出力機能ブロックにおける極対数 $n$ との関係が、 $m - n = 1$ 、であり、前記ロータ内のロータ励磁巻線とロータ出力巻線の配線において相回転が逆相とされていることにより、レゾルバ1回転により1回転分の角度信号が得られ、軸倍角1のレゾルバが構成されることを特徴とする、5. ないし7. のいずれかに記載のブラシレスレゾルバ（ただし、 $m$ 、 $n$ はともに、正の整数であり、任意の数である。）。

9. 前記励磁機能ブロックにおける極対数 $m$ と、前記出力機能ブロックにおける極対数 $n$ との関係が、 $n - m = 1$ 、であり、前記ロータ内のロータ励磁巻線とロータ出力巻線の配線において相回転が逆相とされていることにより、レゾルバ1回転により回転方向が逆で回転量が1回転分の角度信号が得られるレゾルバが構成されることを特徴とする、5. ないし7. のいずれかに記載のブラシレスレゾルバ（ただし、 $m$ 、 $n$ はともに、正の整数であり、任意の数である。）。

10. 前記励磁機能ブロックにおけるレゾルバ励磁信号と前記出力機能ブロックにおける出力信号との間における磁束の干渉を防止するために、該励磁機能ブロックにおける極対数 $m$ と、該出力機能ブロックにおける極対数 $n$ を異なる数とすることを特徴とする、5. ないし7. のいずれかに記載のブラシレスレゾルバ（ただし、 $m$ 、 $n$ はともに、正の整数であり、任意の数である。）。

11. 5. ないし7. のいずれかに記載のブラシレスレゾルバを構成する方法であって、前記ステータ鉄心または前記ロータ鉄心の少なくともいずれか一方における鉄心のスロット数、前記励磁機能ブロックにおける極対数、および、前記出力機能ブロックにおける極対数、の組合せ

において、これらのうち少なくともいずれか一つを任意に設定することにより、レゾルバ 1 回転に対して  $N$  倍の回転数の角度信号を得ることができるブラシレスレゾルバとすることを特徴とするブラシレスレゾルバの構成方法（ただし、 $N$  は 1 以上の整数であり、任意の数である。）。

12. 5. ないし 7. のいずれかに記載のブラシレスレゾルバを構成する方法であって、前記励磁機能ブロックにおける極対数  $m$  と前記出力機能ブロックにおける極対数  $n$  を異なる数とすることによって、励磁信号および出力信号の干渉を防止するように構成する、ブラシレスレゾルバの構成方法（ただし、 $m$ 、 $n$  はともに、正の整数であり、任意の数である。）。

13. 12. に記載のブラシレスレゾルバの構成方法であって、前記励磁機能ブロックにおける極対数  $m$  と前記出力機能ブロックにおける極対数  $n$  との関係を、その差が 1 となるように極対を構成することによってレゾルバ 1 回転により 1 回転分の角度信号が得られるようにし、回転方向の等しい軸倍角 1 のレゾルバを得ようとする場合は、 $m$  と  $n$  の関係を  $m - n = 1$ 、となるように極を構成し、一方回転方向が逆で回転量が 1 回転分の角度信号を発生するレゾルバを得ようとする場合は、 $m$  と  $n$  の関係を  $n - m = 1$ 、となるように極を構成するとともに、前記ロータ内のロータ励磁巻線とロータ出力巻線の配線において相回転を逆相とする、ブラシレスレゾルバの構成方法（ただし、 $m$ 、 $n$  はともに、正の整数であり、任意の数である。）。

14. ブラシレスレゾルバ用ロータであって、該ロータは 2 相の巻線の施されたスロットを有する鉄心からなり、該 2 相の巻線はレゾルバ信号変調のために相互に  $90^\circ$  位相のずれた巻線により構成されていることを特徴とする、ブラシレスレゾルバ用ロータ。

15. レゾルバ部として、2 相の巻線からなるステータ励磁巻線部、

ならびにステータ出力巻線部を構成する巻線が施されたステータ、およびロータ励磁巻線ならびにロータ出力巻線の計 2 相の巻線が施されたロータ、を有するブラシレスレゾルバにおいて、該ステータ励磁巻線部と該ロータ励磁巻線からなる励磁機能ブロックにおける極対数を  $m$  としたとき、

(A) 該ステータ励磁巻線部において 2 相ともに励磁電圧が印加された場合には、該ロータの巻線には、

$$[\text{数式}] \quad E_3 = K_1 E \sin(\omega t + m\theta) \quad , \quad E_4 = K_1 E \cos(\omega t + m\theta)$$

で表される 2 の信号  $E_3$  および  $E_4$  が得られ、

(B) 該ステータ励磁巻線部において 1 相のみに励磁電圧が印加された場合には、該ロータの巻線には、

$$[\text{数式}] \quad E_3 = K_1 E_1 \cos(m\theta) \quad , \quad E_4 = K_1 E_1 \sin(m\theta)$$

で表される 2 の信号  $E_3$  および  $E_4$  が得られる、

ことを特徴とする、ブラシレスレゾルバの巻線構造（ただし、 $K_1$  は変圧比、 $E$  は入力信号、 $E_1$  は励磁信号、 $\omega$  は角速度、 $t$  は時間、 $\theta$  は回転角とする。）。

16. ブラシレスレゾルバにおける励磁信号  $E_1$ 、 $E_2$ 、および出力信号  $E_5$ 、 $E_6$  が、

(I) 信号処理方式が 2 相励磁 2 相出力の場合は、

$$[\text{数式}] \quad E_1 = E \sin \omega t \quad \text{---} \quad \langle 1 \rangle$$

$$E_2 = E \cos \omega t \quad \text{---} \quad \langle 2 \rangle$$

$$E_5 = K E \sin \{ \omega t + (m+n)\theta \} \quad \text{---} \quad \langle 5 \rangle$$

$$E_6 = K E \cos \{ \omega t + (m+n)\theta \} \quad \text{---} \quad \langle 6 \rangle$$

で表され、ただしロータ内の入力と出力コイル間の配線を変えて、相回転を変更した場合の出力信号は、

[数式]

$$E_5 = K E \sin \{ \omega t + (m - n) \theta \} \text{ --- } \langle 7 \rangle$$

$$E_6 = K E \cos \{ \omega t + (m - n) \theta \} \text{ --- } \langle 8 \rangle$$

で表されるものであり、

(II) 信号処理方式が 1 相励磁 2 相出力の場合は、

$$[\text{数式}] \quad E_1 = E \sin \omega t \text{ --- } \langle 1 \rangle$$

$$E_5 = K E_1 \cos \{ (m + n) \theta \} \text{ --- } \langle 11 \rangle$$

$$E_6 = K E_1 \sin \{ (m + n) \theta \} \text{ --- } \langle 12 \rangle$$

で表され、ただしロータ内の入力と出力コイル間の配線を変えて、相回転を変更した場合の出力信号は、

[数式]

$$E_5 = K E_1 \cos \{ (m - n) \theta \} \text{ --- } \langle 13 \rangle$$

$$E_6 = K E_1 \sin \{ (m - n) \theta \} \text{ --- } \langle 14 \rangle$$

で表されるものであり、

(III) 信号処理方式が 2 相励磁 1 相出力の場合は、

$$[\text{数式}] \quad E_1 = E \sin \omega t \text{ --- } \langle 1 \rangle$$

$$E_2 = E \cos \omega t \text{ --- } \langle 2 \rangle$$

$$E_5 = K E \sin \{ \omega t + (m + n) \theta \} \text{ --- } \langle 17 \rangle$$

で表され、ただしロータ内の入力と出力コイル間の配線を変えて、相回転を変更した場合の出力信号は、

[数式]

$$E_5 = K E \sin \{ \omega t + (m - n) \theta \} \text{ --- } \langle 18 \rangle$$

で表されるものである、

ことを特徴とする、15. に記載のブラシレスレゾルバの巻線構造（ただし、K は変圧比、E は入力信号、 $\omega$  は角速度、t は時間、 $\theta$  は回転角、m は前記励磁機能ブロックにおける極対数、n は前記出力機能ブロックにおける極対数、とする。）。

図 1

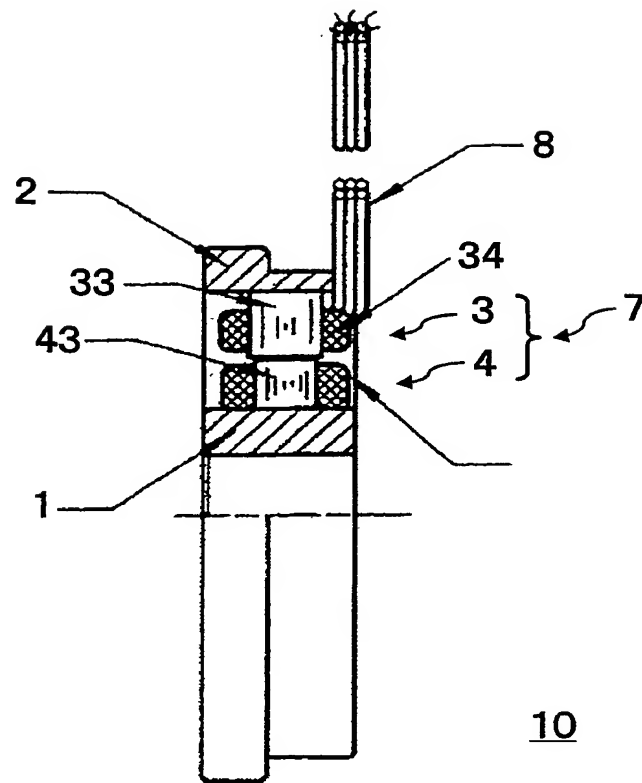


図2

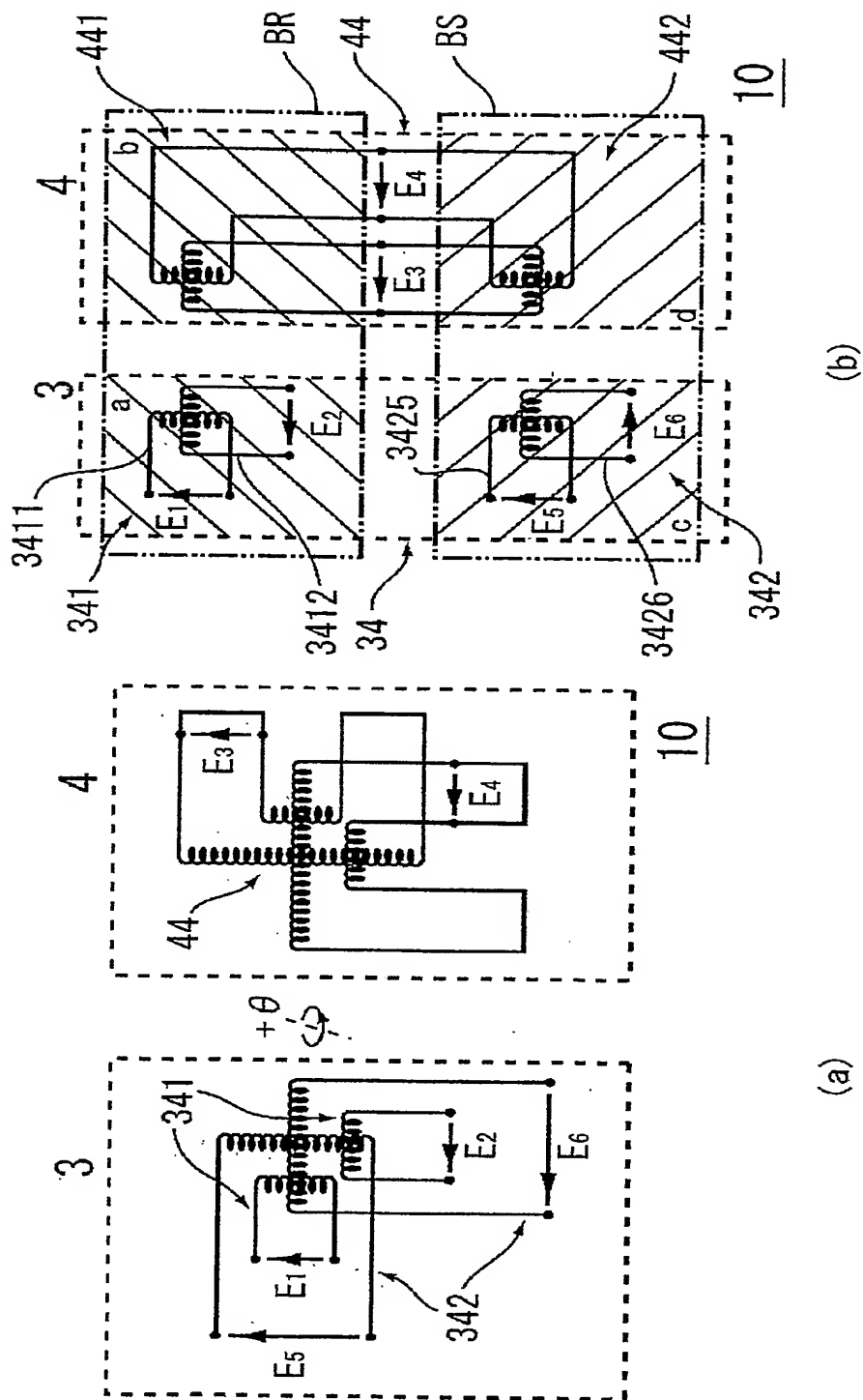
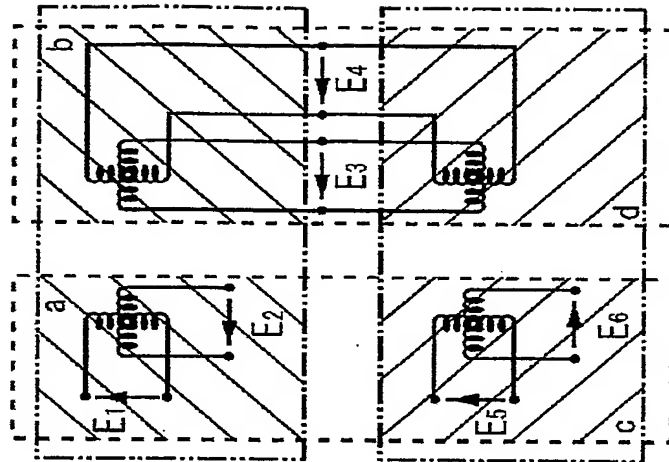
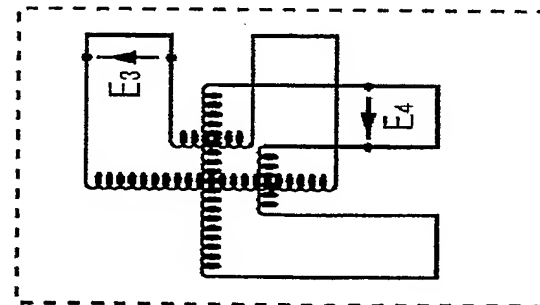


図3

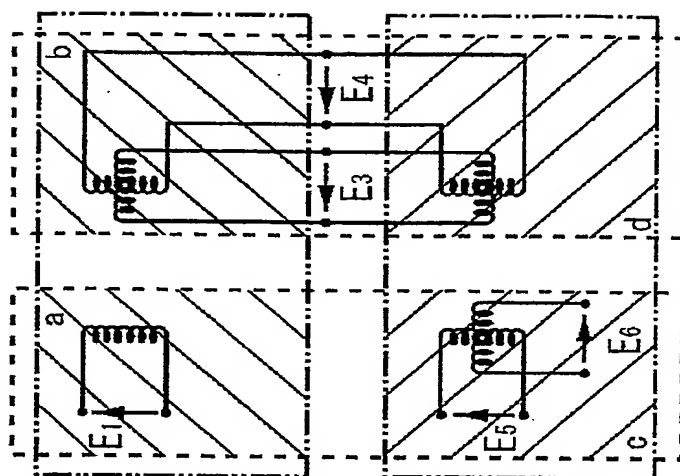


(b)

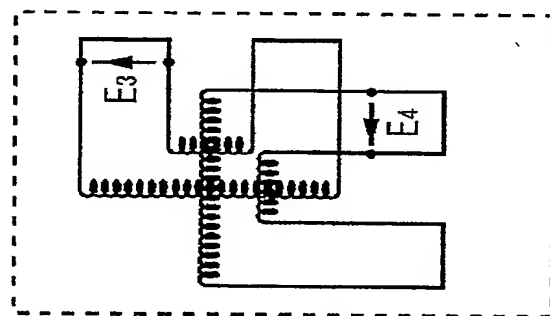


(a)

図4

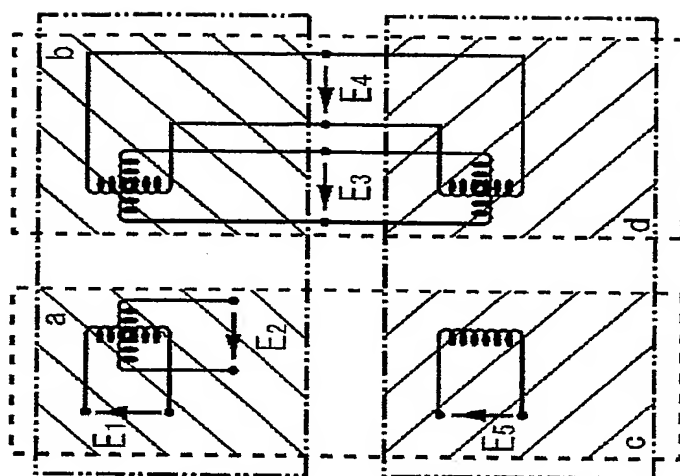


(b)

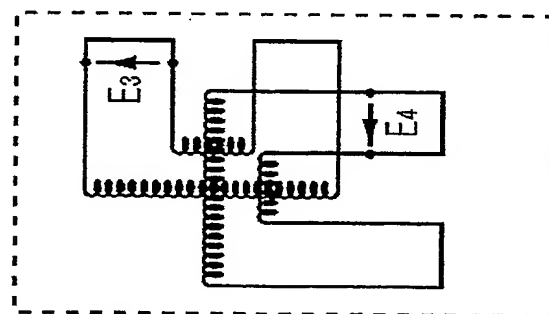


(a)

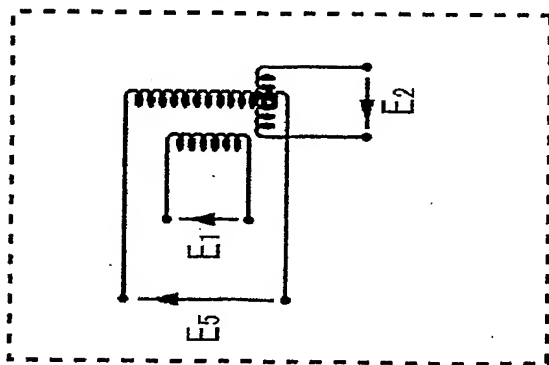
図5



(b)



$\phi$   
+  $\theta$



(a)

図6

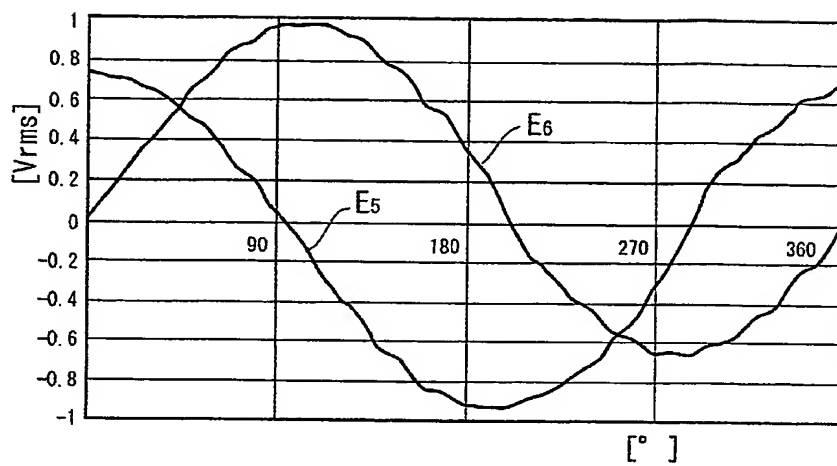
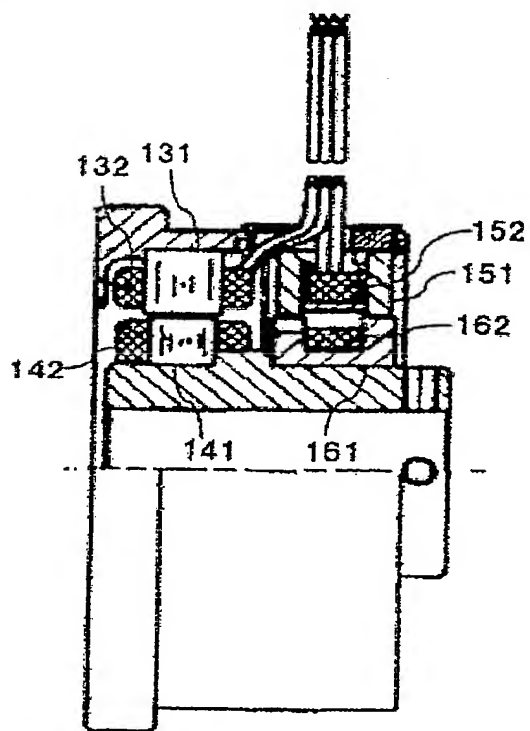


図7



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ ~~FADED~~ TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**